Manutenção em fase de projecto

Celulose Beira Industrial (Celbi), SA

Paulo Jordão

Introdução

- Tendência para considerar a manutenibilidade de um equipamento apenas nas fases adiantadas do projecto

- Utilização de algumas regras de projecto

- Política de manutenção proactiva com participação no projecto desde uma fase muito incipiente

- Considerados factores de desempenho para todo o ciclo de vida na fase de aquisição de novos equipamentos ou instalações

Perspectiva de projecto

- Projecto tendo em vista a manutenibilidade – estratégia de concepção, envolvendo projectistas, utilizadores e pessoal da manutenção, com os seguintes objectivos:
  - Identificar e prioritizar os requisitos da manutenção
  - Aumentar a disponibilidade operacional e diminuir os tempos de manutenção
  - Optimizar a carga logística e reduzir o custo do ciclo de vida

Perspectiva de projecto

- Abordagem da manutenção numa lógica de concepção para a manutenibilidade, recorrendo a uma série de regras simples de projecto e uma grande dose de bom senso

- Noção que a manutenibilidade deve ser tida em grande consideração na fase inicial de qualquer projecto motivada pelo facto da manutenção e os custos a si associados serem um factor significativo nos custos totais do equipamento ou instalação, e serem crescentes durante todo o ciclo de vida

Perspectiva de projecto

- Variação dos custos de alteração e da flexibilidade do projecto, ao longo das fases de desenvolvimento

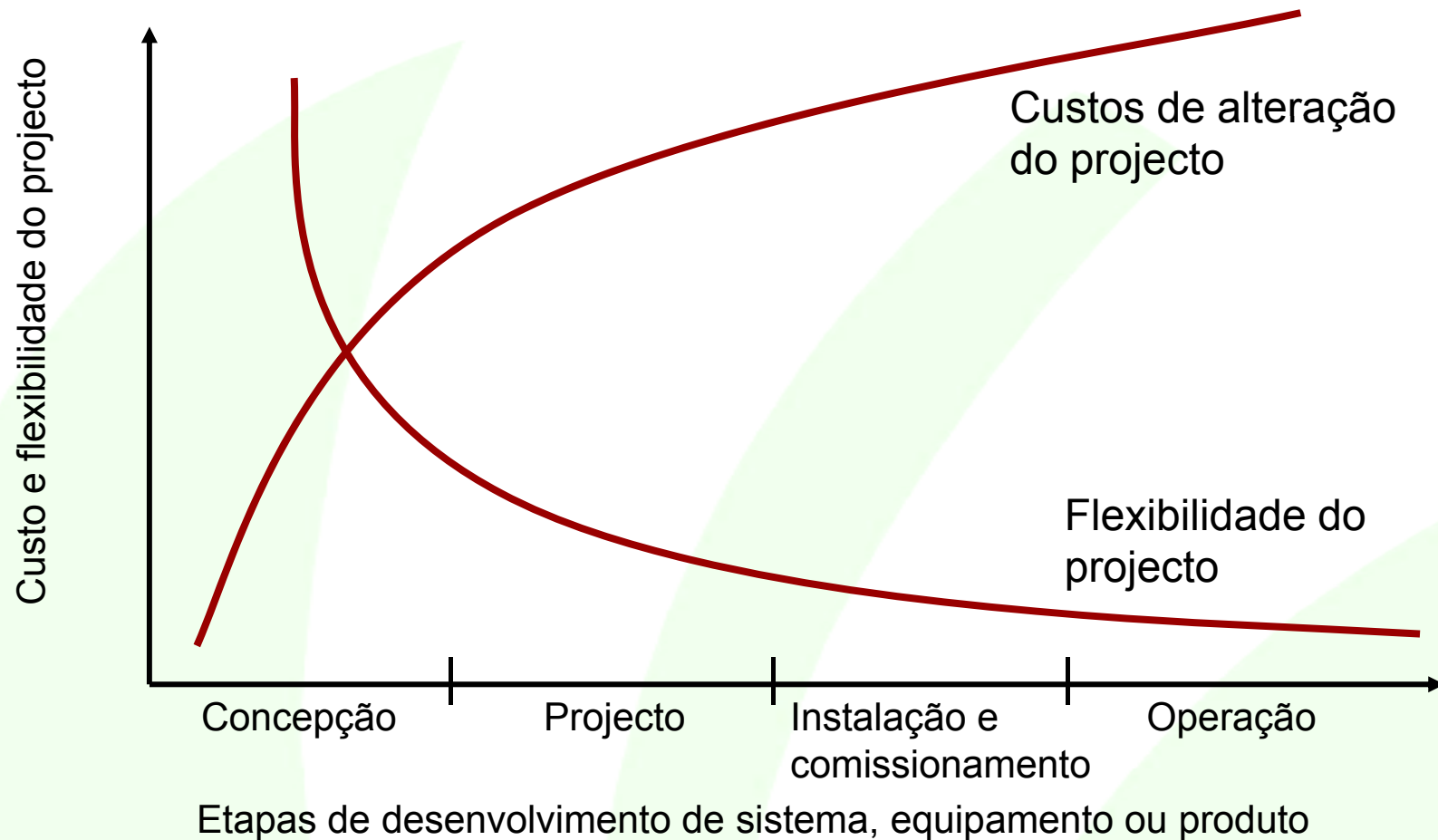
Custo e flexibilidade do projecto

Custos de alteração do projecto

Flexibilidade do projecto

Concepção | Projecto | Instalação e comissionamento | Operação

Etapas de desenvolvimento de sistema, equipamento ou produto

Concepção para a manutenibilidade

- Etapas principais:
  - Criação da equipa com pessoas do projecto, manutenção e operação, com o objectivo de concepção para a manutenibilidade
  - Obtenção de dados de manutenção
  - Identificação e desenvolvimento do(s) conceito(s) de manutenção utilizando a informação obtida
  - Concepção do equipamento ou instalação utilizando os conceitos de manutenção
  - Execução, instalação e montagem
  - Recolha de dados de manutenção
  - Efectuar as alterações
  - Repetição do processo para nova geração

Concepção para a manutenibilidade

- A medição dos benefícios decorrentes de uma prática de projecto de concepção para a manutenibilidade depende muito do tipo de equipamento ou instalação
- Podem ser utilizadas diversas métricas de manutenção para avaliar a manutenibilidade de um equipamento ou instalação que podem ser:
  - de carácter financeiro (Custos de reparação, custos de manutenção, custos de formação, etc.)
  - de eficácia (disponibilidade, MTBF, MTTR, etc.)
  - de actividade (Nº de avarias, Nº de Ordens de Execução, etc.)

Concepção para a manutenibilidade

Concepção para a manutenibilidade	Benefícios obtidos
Acesso fácil aos componentes	• Redução do tempo e custos de manutenção • Aumento da disponibilidade • Menor fadiga dos técnicos e maior segurança
Sem ajustes ou ajustes mínimos	• Redução do tempo e custos de manutenção • Aumento da disponibilidade • Menos necessidade de formação
Componentes e módulos fáceis de instalar/substituir	• Menor fadiga dos técnicos e maior segurança • Aumento da disponibilidade • Melhor identificação de avarias
Componentes e módulos só com uma possibilidade de montagem	• Redução da probabilidade de danificar componentes • Aumento da fiabilidade • Menos necessidade de formação
Possibilidade de auto-diagnóstico ou indicadores para isolar avarias de modo expedito	• Redução do tempo e custos de manutenção • Aumento da disponibilidade • Aumento da satisfação do cliente
Inexistência ou número mínimo de ferramentas especiais	• Redução do investimento da manutenção • Aumento da satisfação do cliente • Menor número de ferramentas de manutenção
Utilização de componentes standard, de mercado	• Menor stock de peças de reserva • Redução do custo do equipamento • Redução do tempo e custos de manutenção
Reduzir o número de componentes	• Redução do custo do equipamento • Aumento da fiabilidade • Menor stock de peças de reserva

Princípios da concepção p/ manut.

- Normalização, intermutabilidade e simplificação
- Layout (configuração, disposição e montagem)
- Acessibilidade
- Modularidade
- Identificação e documentação
- Detectabilidade, teste e diagnóstico
- Factores humanos
- Segurança e meio ambiente

Normalização

- Característica de projecto que restringe ao mínimo as possíveis variedades de componentes que cumprem os requisitos do equipamento ou sistema em projecto.
- Objectivos:
  - Minimizar os custos de aquisição e suporte
  - Reduzir quantidade de peças de reserva
  - Reduzir necessidades de formação
- Técnicas:
  - Utilizar componentes normalizados, de mercado
  - Reduzir a variedade de componentes
  - Uniformizar as dimensões
  - Utilizar ferramentas e equipamentos de teste standard, de mercado

Normalização

- Vantagens:
  - Redução das quantidades e tipos de componentes de substituição ⇒ redução de custos
  - Redução da necessidade de suporte nos diferentes níveis de manutenção
  - Redução da necessidade de formação

Intermutabilidade

- Existe quando duas ou mais partes são física e funcionalmente intermutáveis em todas aplicações possíveis
- Para obter um bom nível de intermutabilidade deve existir intermutabilidade funcional onde existe intermutabilidade física
- Também devem ser evitadas diferenças na forma, no tamanho e no modo de montagem de unidades intermutáveis
- Possíveis modificações de componentes intermutáveis não devem mudar o modo de os montar ou ligar no conjunto

Simplificação

- Regra de ouro - “KISS” - Keep It Short and Simple
- Deve ser sempre um objectivo de projecto e do projectista
- Para obter a simplificação o projectista deve ter em conta os equipamentos e as funções

Simplificação

Algumas regras para simplificar os sistemas:

- Redução do número de componentes ou partes
- Noção que um componente único pode incorporar múltiplas funções
- Equipamento que efectua operações similares pode ser agrupado para melhorar o desempenho do operador
- Garantir acesso aos componentes para inspecção e teste, e para ajustar, reparar ou substituir componentes com falha
- Procedimentos e programas de manutenção direccionados
- Isolar avarias através de componentes fusível, substituíveis
- Evitar necessidade de ajustes
- Usar técnicas de diagnóstico simplificadas
- Utilizar componentes isentos de manutenção

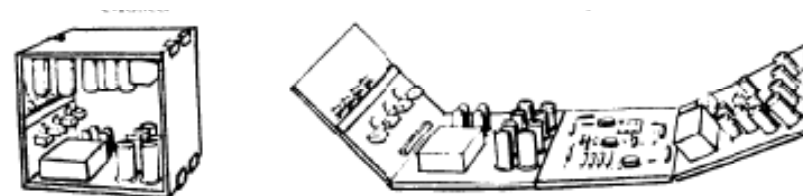
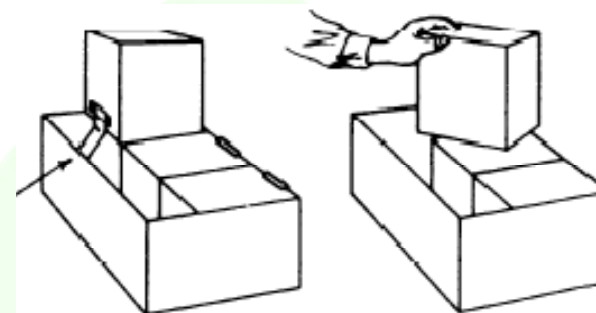
Layout

- A correcta disposição de componentes ou partes no equipamento, a configuração dos seus agrupamentos e a forma como são montados ou fixados, quando correctamente realizados, são factores que melhoram a manutenibilidade.
- Localização adequada do equipamento na instalação, com respectivos meios auxiliares e acessos, facilitam as actividades de manutenção e contribuem para a manutenibilidade da instalação.
- Os principais aspectos são:
  - Acesso fácil, rápido e seguro ao elemento de manutenção, com o mínimo de movimentação possível
  - Disposição de modo a que o elemento de manutenção seja acessível sem necessidade de desmontagem de outros componentes
  - Assegurar a visibilidade e fácil acesso aos componentes de inspecção, ajuste e manutenção preventiva
  - Localizar os equipamentos de modo a não ficarem obstruídos por estruturas principais da instalação

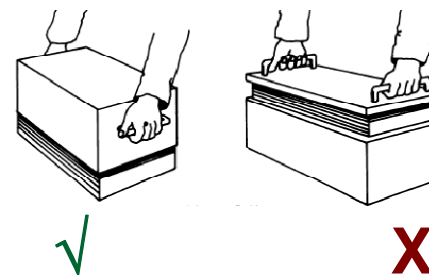
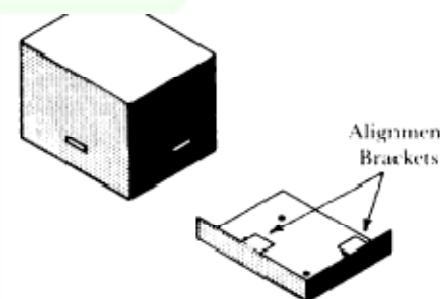
Layout

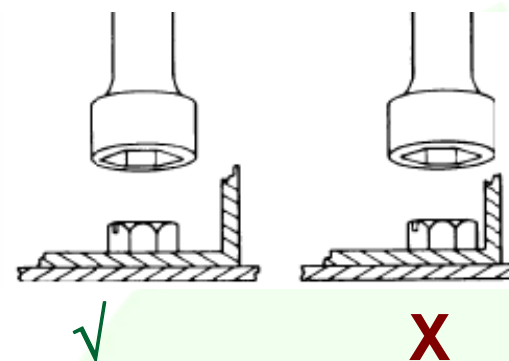
- Os principais aspectos (cont.):
  - Espaço suficiente para utilização de ferramentas e equipamentos de teste
  - Encaixes rápidos devem ser orientados todos na mesma direcção
  - Componentes delicados devem estar protegidos
  - Evitar a necessidade de utilizar ferramentas para operações simples
  - Agrupar componentes pela "especialidade" de manutenção requerida
  - Ter em atenção os espaços de atravancamento para evitar constrangimentos entre equipamentos e evitar ocorrência de acidentes ou danos
  - A montagem de componentes deve ser efectuada de uma só forma possível
  - Ter em atenção as dimensões e peso dos componentes e apetrechá-los com os meios auxiliares necessários para manutenção

Layout

- Sistema desdobrável

- Sistemas com dobradiças

- Chassis com protecção

Layout

- Carcaça tipo caixa

- Guias de alinhamento

- Espaço para porcas e parafusos

Modularidade

- Módulo é um componente, conjunto ou subconjunto, concebido para ser manipulado como uma unidade, de modo a facilitar o fornecimento, instalação, operação e manutenção.
- Os módulos devem ser:
  - Removíveis sem recurso a ferramentas especiais
  - Substituíveis num período especificado
  - Facilmente identificados e substituíveis, em menos tempo e com menos recursos do que a reparação local
  - Intermutáveis sem necessidade de ajuste ou calibração
  - Uniformes com sistema de encaixe rápido e as interligações entre módulos devem ser minimizadas

Modularidade

- A modularidade conduz a uma manutenção "descartável"

- Vantagens da modularidade:
  - permite uma configuração divisível mais fácil de inspeccionar
  - mais rápida de testar e diagnosticar
  - conduz à manutenção de substituição, em detrimento da reparação, com maior eficiência
  - contribui para a redução dos tempos de manutenção e aumento da disponibilidade

Acessibilidade

- Característica de concepção que afecta a facilidade de acesso a uma área para realizar tarefas de manutenção visual ou manipulativa

- Os factores que afectam a acessibilidade são função da acção de manutenção requerida

Acessibilidade

- Regras para melhorar a acessibilidade:
  - Colocar componentes e conjuntos de modo a não ficarem tapados por elementos estruturais que limitam o acesso
  - Colocar componentes e conjuntos com espaço suficiente para utilização das ferramentas necessárias às intervenções
  - Os componentes críticos e peças de substituição devem ser colocadas de modo a serem substituídas sem necessidade de remover outros componentes
  - Projectar cada conjunto de modo a não ser necessário desmontá-lo para inspeccionar algum dos seus componentes
  - Projectar unidades e conjuntos com porta de inspecção e aberturas para permitir acesso a componentes

Acessibilidade

- Regras para melhorar a acessibilidade (cont.):
  - Dimensionar os acessos para a utilização das ferramentas necessárias, tipo de movimento a realizar (rodar, puxar, empurrar, etc.), e da forma, tamanho e peso dos componentes ou conjuntos
  - Conceber acessos que eles próprios tenham fácil acesso (plataformas, escadas, etc.)
  - Acessos para inspecção visual devem ter intensidade de luz superior a 55 lux
  - Os acessos para equipamento de teste devem fechar positivamente e, se possível, de modo automático, sem necessidade de ferramentas
  - Como regra geral um acesso de maior dimensão é melhor que dois de menor dimensão

Acessibilidade

- Para determinar o tipo, tamanho, forma, e localização do acesso é necessário perceber:
  - Operação, controlo e localização da unidade no contexto
  - Frequência de utilização do acesso
  - Acções de manutenção realizadas através do acesso
  - Tempo requerido para realizar as acções de manutenção
  - Tipos de ferramentas e acessórios necessários
  - Espaço livre para trabalho necessário
  - Roupas utilizadas pelo técnico e qual a distância máxima que necessita de alcançar
  - Necessidades visuais da tarefa
  - Montagem de componentes por detrás do acesso
  - Riscos na utilização do acesso
  - Dimensão dos componentes a passar através do acesso

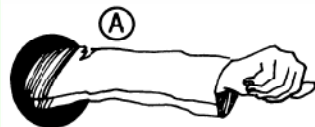
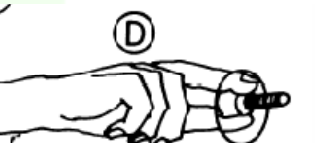
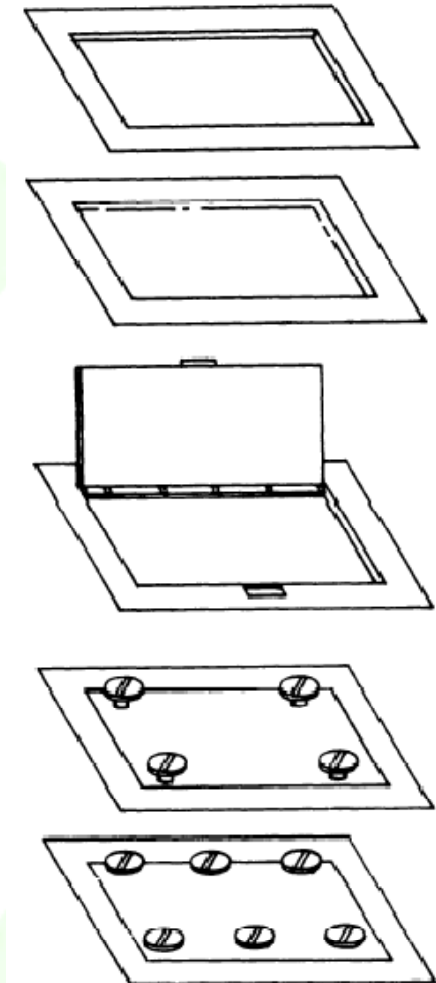
Acessibilidade

- Os acessos devem localizar-se:
  - Em faces do equipamento acessíveis directamente;
  - Na mesma face de monitores, controlos, pontos de inspecção, etc.
  - Afastado e/ou protegido de alta voltagem, partes móveis, fugas de fluidos, etc.
  - Permitir puxar e levantar partes pesadas
  - Na zona que aloja componentes com manutenção ou ajuste frequente
  - Evitar zona com elementos estruturais que condicionem as acções de manutenção

Acessibilidade

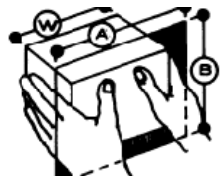
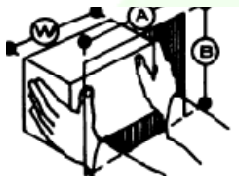
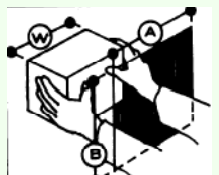
Tipos de acessos recomendados para diversos equipamentos			
	Acesso físico	Acesso p/ inspecção visual	Acesso p/ teste
Muito bom	Gavetas extraíveis	Abertura sem tampa	Abertura sem tampa
Bom	Painel tipo porta com dobradiça	Janela de plástico	Tampa com mola
Aceitável	Painel removível com abertura rápida	Janela de vidro	Painel removível com abertura rápida
Sofrível	Painel removível aparafusado	Tampa aparafusada	Tampa aparafusada

Acessibilidade

- Prioridades na utilização de janelas:
  - Sem cobertura
  - Janela de plástico ou vidro
  - Porta de dobradiça ou deslizante
  - Tampa com abertura rápida
  - Tampa aparafusada (nº mínimo de parafusos)

Acessibilidade

Dimensão de acessos para técnico com roupa de trabalho (mm)	
Passagem da cabeça	178
Passagem dos ombros	508
Passagem do corpo de um homem (altura do peito)	330
Passagem em posição agachada	HxL 788x508
Passagem de joelhos e costas direitas	HxL 1638x508
Dois homens a passar lado a lado	L 914

Acessibilidade

Dimensão de acessos para uma mão (mm)					
		Roupa leve	Roupa de inverno	Mão nua	Com luvas
Braço até ao cotovelo	Ⓐ	102x114 ou ∅ 114	178x178 ou ∅ 178	--	--
Braço até ao ombro	Ⓑ	202x202 ou ∅ 202	216x216 ou ∅ 216	--	--
Botoneira de pressão	Ⓒ	--	--	∅ 32	∅ 38
Rotação com dois dedos	Ⓓ	--	--	∅ 51	∅ 64

Acessibilidade

Dimensões de diversos acessos (mm)			
Dimensões de acesso	Dimensões		Função
	A	B	
	107	117	Utilização de chave de fendas com liberdade de rotação de 180º
	132	111	Utilização de alicate
	135	155	Utilização de chave "T" com liberdade de rotação de 180º
	267	203	Utilização de chave de bocas com liberdade de rotação de 60º

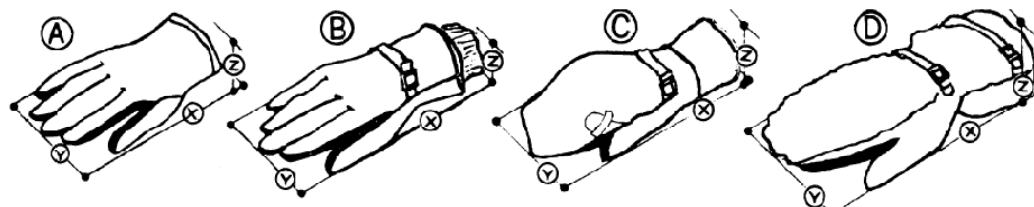
Acessibilidade

Dimensões de diversos acessos (mm)			
Dimensões de acesso	Dimensões		Função
	A	B	
	122	155	Utilização de chave luneta com liberdade de rotação de 60º
	89	89	Utilização de ponteira ou pinça
	107	119	Passagem de um objecto pequeno (<= 52 mm) com uma mão
	W+45	≥127	Passagem de um objecto largo (>= 52 mm) com uma mão

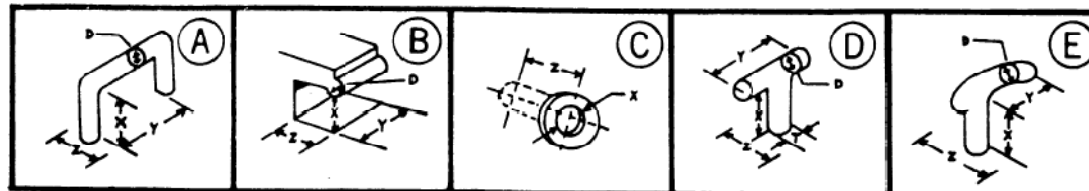
Acessibilidade

Dimensões de diversos acessos (mm)			
Dimensões de acesso	Dimensões		Função
	A	B	
	W+76	≥127	Passagem de um objecto largo com as duas mãos. Mãos estendidas e passagem até aos dedos.
	W+152	≥127	Passagem de um objecto largo com as duas mãos. Braços estendidos e passagem até aos pulsos.
	W+152	≥127	Passagem de um objecto largo com as duas mãos. Braços estendidos e passagem até aos cotovelos.

Acessibilidade

Dimensões da mão com luvas para homem do percentil 95 (mm)

Posição da mão	A – luva de borracha			B – luva de cabedal			C – luva grossa sem dedos			D – luva do "árctico"		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Estendida	267	119	64	272	145	76	361	152	81	422	137	91
Fechada	178	127	84	185	147	94	292	147	97	363	132	137
Agarrar pega 6 mm	178	127	89	185	140	89	279	145	107	356	140	114
Agarrar pega 25 mm	178	127	89	185	135	102	279	132	114	356	132	114
Agarrar pega 50 mm	191	97	109	203	119	102	305	132	119	381	137	127
Agarrar manipulo 6 mm	203	97	109	229	117	102	292	127	107	394	122	114
Agarrar manipulo 25 mm	229	89	102	229	114	102	305	127	107	401	122	122
Agarrar manipulo 50 mm	241	94	94	234	114	107	318	117	112	406	119	122

Acessibilidade

Dimensões de diferentes pegas (mm)										
Tipo de pega		Mão nua			luva de cabedal			luva grossa		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
A	Pega para 2 dedos	32	61	76	38	76	76	-	-	-
	Pega para uma mão	50	114	76	89	133	102	89	133	132
	Pega p/ duas mãos	50	216	76	89	267	102	89	279	132
B	Puxador p/ 2 dedos	32	64	50	38	76	50	-	-	-
	Puxador p/ uma mão	50	108	89	89	133	102	89	133	127
C	Puxador p/ ponta dedo	19	-	13	25	-	19	-	-	-
	Puxador p/ 1 dedo	32	-	50	38	-	50	-	-	-
D	Pega T	38	102	76	50	114	102	-	-	-
E	Pega J	50	102	76	50	114	102	76	127	152

Identificação e documentação

- A identificação pode ser definida como a marcação adequada de partes, componentes, pontos de controlo e inspecção, etc., de modo a facilitar a reparação ou substituição durante a actividade de manutenção.

- Aspectos da identificação:
  - Que identificação é requerida ou necessária?
  - Que informação deve estar contida na identificação?
  - Como deve ser efectuada a marcação?
  - Onde deve ser efectuada a marcação?

Identificação e documentação

- Os diversos tipos de identificação e marcação deverão estar onde necessário para que os técnicos de manutenção identifiquem, interpretem, sigam procedimentos, ou evitem perigos, aquando das acções de manutenção.
- Características básicas da identificação:
  - Precisão
  - Tempo requerido para reconhecê-la
  - Distância a que deve ser lida ou vista
  - Nível de iluminação
  - Cor
  - Criticidade

Identificação e documentação

- A documentação é responsável por fornecer informação aos técnicos de manutenção de modo a estes exercerem as suas acções correctamente, com precisão e ferramentas adequadas
- O sistema de arquivo deve ser eficiente e dinâmico com a evolução dos equipamentos, e que garanta que a informação correcta seja facilmente acessível aos utilizadores
- A documentação deve conter as informações e procedimentos de segurança, e recomendações de manuseamento, transporte e acondicionamento
- Os valores padrão dos equipamentos – assinaturas – devem fazer parte da documentação

Detectabilidade, teste e diagnóstico

- O tempo requerido para reparação de qualquer sistema é normalmente função directa da capacidade de isolar a falha. Grandes avanços tecnológicos em sistemas complexos dificultam mais as técnicas de teste e diagnostico tradicionais pelo que é imperativo prever técnicas de diagnostico eficazes e é necessário que a capacidade de teste dos sistemas seja incorporada no projecto

- Testabilidade é uma característica de projecto que permite determinar o estado de um componente ou sistema dentro de determinadas condições de tempo e custo

- Diagnóstico refere-se às funções realizadas e às técnicas utilizadas para determinar e isolar a causa do mau funcionamento dum sistema operacional, ou para determinar o seu estado operacional

Factores humanos

- Os equipamentos devem ser projectados para a população alvo de utilizadores e devem ser concebidos de modo que os procedimentos de operação e manutenção sejam tão simples quanto possível

- Devem ser considerados no projecto os factores humanos, como tamanho, força, percepções sensoriais e outros, necessários para o desempenho de determinada tarefa

Factores Humanos - Antropometria

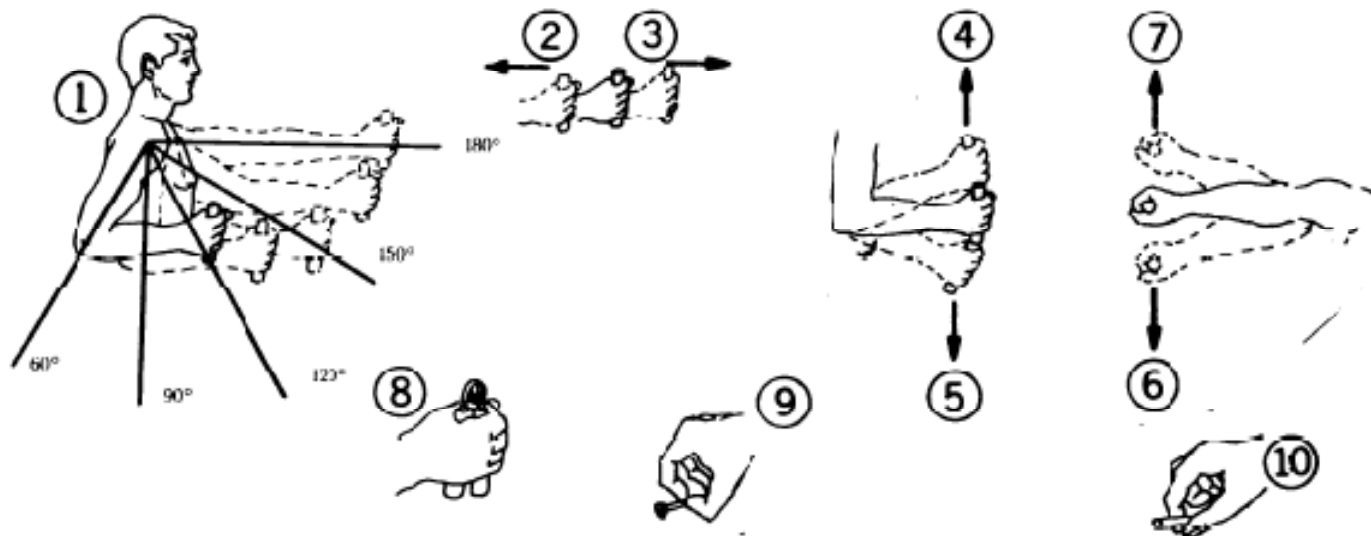
- A antropometria contém informação necessária ao dimensionamento de equipamentos com intervenção humana, nomeadamente de operadores e técnicos de manutenção
- O projecto realiza-se para um leque alargado de utilizadores (90% da população), do percentil 5 ao percentil 95, dos sexos masculino e feminino
- Os equipamentos devem ser projectados de forma consistente com as capacidades das pessoas, de modo a permitir que seja sempre exercida a maior força com menor fadiga
- Deve existir o cuidado de não subestimar ou sobrestimar a força necessária para determinada função. Como regra de projecto recomenda-se a utilização de um valor de força correspondente à força máxima que pode ser exercida por um membro do percentil 5, da população utilizadores
- A força desenvolvida depende de factores como a posição do corpo, o membro do corpo a exercer a força, a direcção de aplicação, o objecto no qual é aplicada, se tem ou não suporte, etc.

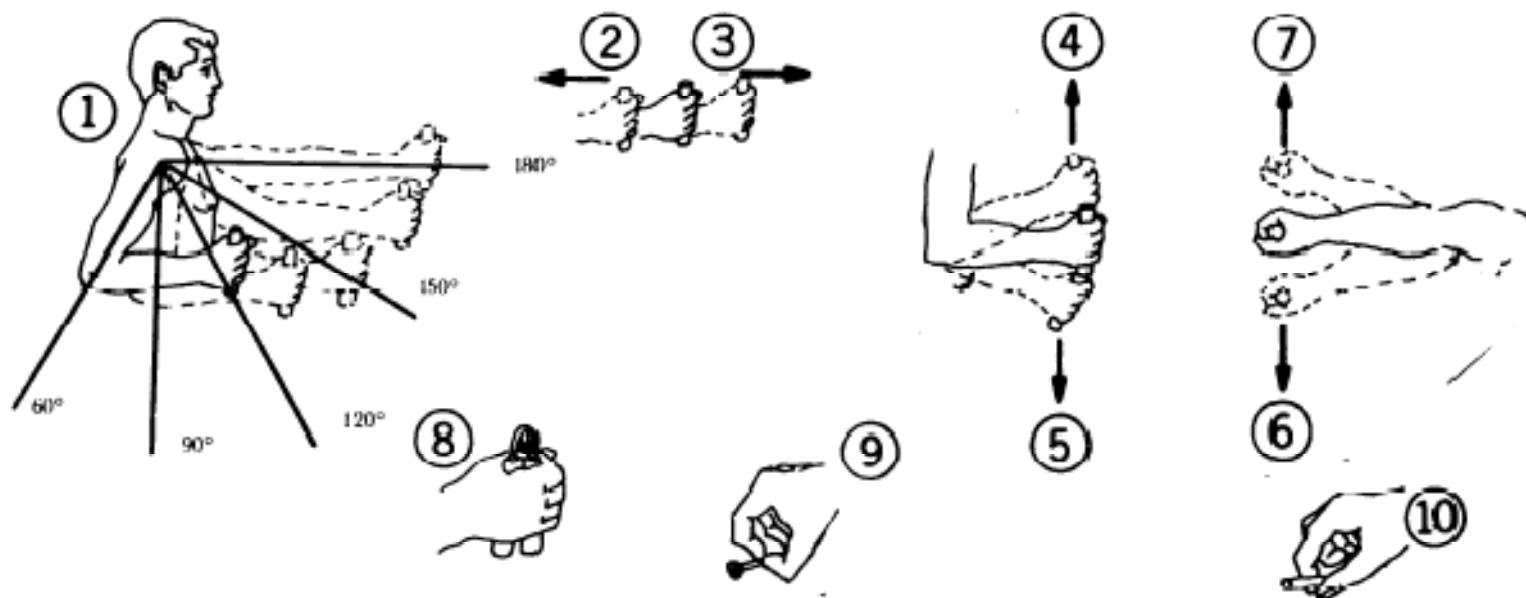
Factores humanos

- Algumas informações devem ser tidas em conta pelo projectista:
  - A maior força é desenvolvida a puxar na direcção do corpo
  - A força aumenta com o uso de todo o braço e ombro, mas é a utilização dos dedos que requer a menor energia por unidade de força aplicada
  - Sempre que possível as peças ou componentes devem ser projectadas com um peso que permita que uma pessoa a levante

- Os limites de peso devem ser reduzidos quando:
  - O objecto é muito difícil de transportar
  - O acesso e espaço de trabalho não são os "óptimos"
  - É necessário exercer a força continuamente por mais de 1 minuto

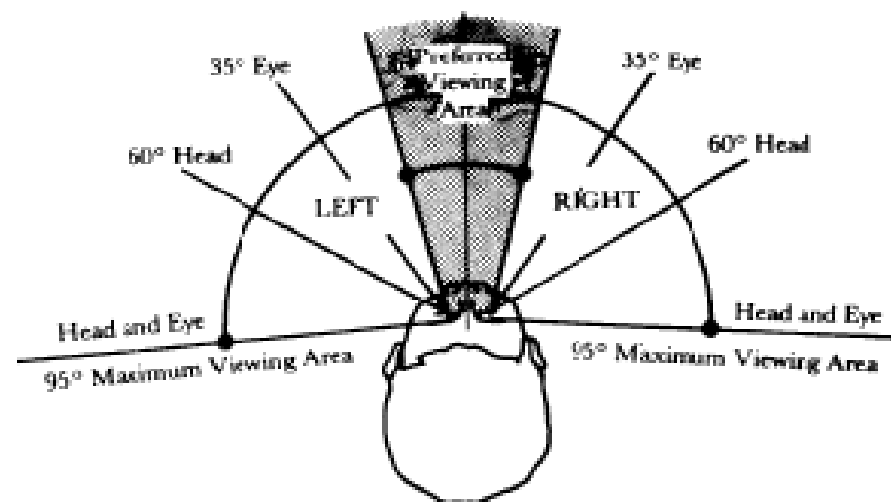
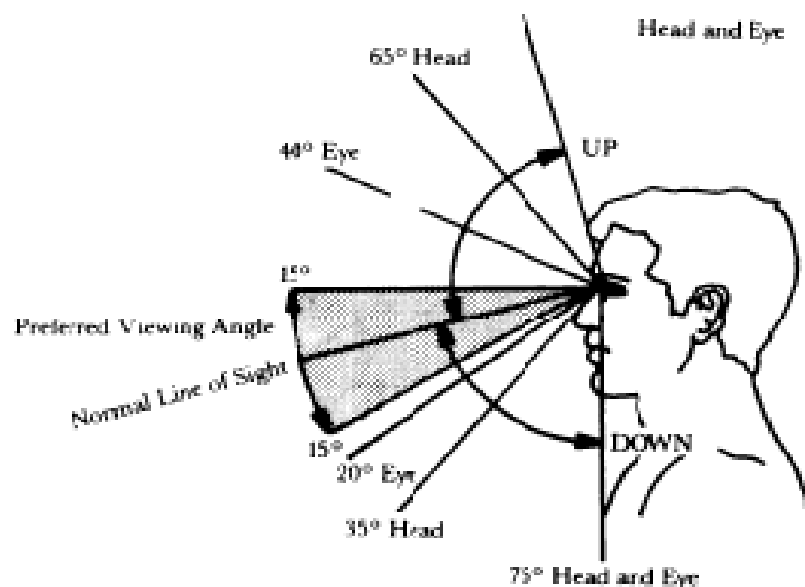
Factores humanos

Força (N) no braço do homem do percentil 5, na posição sentado

Ângulo de flexão do cotovelo	Puxar (2)		Empurrar (3)		P/ cima (4)		P/ baixo (5)		P/ dentro (6)		P/ fora (7)	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
180	231	222	222	187	62	40	76	58	89	58	62	36
150	249	187	187	133	80	67	89	80	89	67	67	36
120	187	151	160	116	107	76	116	93	98	89	67	45
90	165	142	160	98	89	76	116	93	80	71	71	45
60	107	116	151	98	89	67	89	80	89	76	76	53

Força na mão e no polegar (N) para homem do percentil 5

Tempo de execução da força	Apertar c/ a mão (8)		Apertar c/ polegar fechado (9)	Apertar c/ polegar esticado (10)
	D	E		
Momentânea	260	250	60	60
Sustentação	155	145	35	35

Factores humanos - Visão

- As pessoas adquirem 80% do seu conhecimento através da visão
- Tipicamente, o técnico de manutenção:
  - Consegue distinguir 10 cores, 5 tamanhos de figuras, 5 brilhos de luz e duas frequências de cintilação
  - Consegue facilmente ler 6 pontos tipo com luz adequada
  - Tem um campo visual vertical de 130º e horizontal de 208º
  - Demora 0,6 s para alterar o foco de proximidade para distante
  - Demora cerca de 30 min para se adaptar completamente da luz do dia para escuridão
  - Sofre desconforto e visão deformada com luz brilhante ou reflexões dento dum ângulo de 60º da sua linha de visão

Factores humanos - Visão

Campo Visual				
	Ângulo preferido (º)	Ângulo máximo (º)		
		Rotação dos olhos	Rotação da cabeça	Rotação da cabeça e olhos
Cima	15	40	65	90
Baixo	15	20	35	85
Direita	15	35	60	95
Esquerda	15	35	60	95

Factores humanos

Audição

- O ruído (som indesejável) em excesso na área de trabalho da manutenção ou operação reduz a eficiência das pessoas, aumenta a fadiga e a irritabilidade, e reduz a concentração

Tacto

- Em alguns casos, com equipamentos complexos, é o sentido de tacto que orienta o técnico de manutenção

Psicológicos

- Alguns factores de carácter mais psicológico como a adaptação, aptidão, atitude, motivação e comportamento, tornam cada pessoa psicologicamente única, e esta heterogeneidade entre pessoas também deve ser tida em conta na fase de projecto

Factores humanos

Erro humano

- Acção de qualquer pessoa que é inconsistente com os padrões comportamentais definidos como normais ou que diverge dos procedimentos prescritos

- Estão associados a:
  - Falha de execução de uma tarefa (omissão)
  - Execução incorrecta de uma tarefa
  - Execução de tarefa não requerida
  - Execução de tarefa fora de sequência
  - Execução de tarefa fora do prazo previsto
  - Resposta inadequada a uma contingência
- As causas são:
  - Falta de formação ou formação inadequada nas práticas relevantes
  - Falta de politicas e procedimentos
  - Falta de supervisão ou supervisão inadequada
  - Inspecção inadequada

Segurança e meio ambiente

Meio ambiente

- Temperatura e humidade são as condições ambientais mais severas para os técnicos de manutenção. Muito frio torna muito difícil o manuseamento de peças e pode também afectar alguns materiais, e temperaturas muito altas associadas a humidade relativa também elevada têm um efeito debilitante nas pessoas
- Os choques e vibrações são os factores ambientais (induzidos) mais severos, que interferem com o desempenho das pessoas
- Quando possível deve manter-se temperaturas inferiores a 32 ºC e os espaços ventilados, e quando há longa exposição ao sol devem existir canópias de protecção. Os materiais e as superfícies devem ser absorventes ou radiantes consoante a protecção pretendida

Segurança

- A segurança tem de estar sempre na primeira linha das prioridades do projectista
- Nunca se fazem compromissos com a segurança

Perspectiva de Manutenção

- A manutenção tem pouco envolvimento no processo de concepção ou aquisição de equipamentos e instalações

- A participação tardia, e por vezes ínfima, da manutenção na fase de projecto ou aquisição de equipamentos e instalações também tem como consequência que o arranque das instalações aconteça com alguma "desorganização" ao nível da manutenção, conduzindo a alguma demora para alcançar as capacidades de produção previstas

- Quando novos equipamentos ou instalações são adquiridos é necessário que determinados pressupostos relacionados com a actividade de manutenção estejam reunidos, ou pelo menos devidamente acautelados

Estratégia de manutenção

- É o principal factor de sucesso ou insucesso da actividade de manutenção
  - Mais tradicional, cujo objectivo é encontrar um equilíbrio entre a operacionalidade aceitável das instalações e os custos de manutenção
  - Mais recente, com grande aporte de engenharia de manutenção, normalmente recorrendo às tecnologias de informação e ao benchmarking, para uma gestão optimizada da informação

- Conjunção duma abordagem mais moderna da manutenção, que visa o aumento da fiabilidade a melhoria da manutenibilidade, com a participação da manutenção no processo de aquisição equipamentos ou desde a fase inicial do projecto de novas instalações

Fases de participação no projecto

- Fases do projecto nas quais é muito importante a participação da manutenção
- 1ª Fase - Especificação para consulta.

  Nesta fase também deverão ser definidos os parâmetros de manutenção da instalação ou equipamento e definidos quais os critérios de aceitação

  Estes parâmetros podem ser diferentes em função do tipo de equipamento ou instalação e devem ser perfeitamente claras a forma como são obtidos e as métricas de medição

Fases de participação no projecto

- 2ª Fase - ocorre após a adjudicação e aquando da recepção da primeira documentação

  Processo de análise cuidada da documentação recebida, que poderá ser uma abordagem mais simplista envolvendo poucos recursos até uma apreciação mais profunda, utilizando uma metodologia de análise envolvendo uma maior participação e mais recursos

  Permite definir a estratégia de manutenção a adoptar para essa instalação ou equipamento, nomeadamente no que respeita a manutenção condicionada rotinas de limpeza, manutenção de primeiro nível, lubrificação, recomendações de manutenção, necessidades de peças de reserva, documentação, recomendações para o comissionamento, etc.

Fases de participação no projecto

- 3ª Fase - é a fase de comissionamento e arranque das instalações ou equipamentos

  Fase de aquisição de muito conhecimento técnico dos equipamentos e da obtenção dos valores de referência. É nesta fase que se procede à recolha da assinatura dos equipamentos com o registo dos valores de folgas, vibrações, pressões, temperaturas, etc.

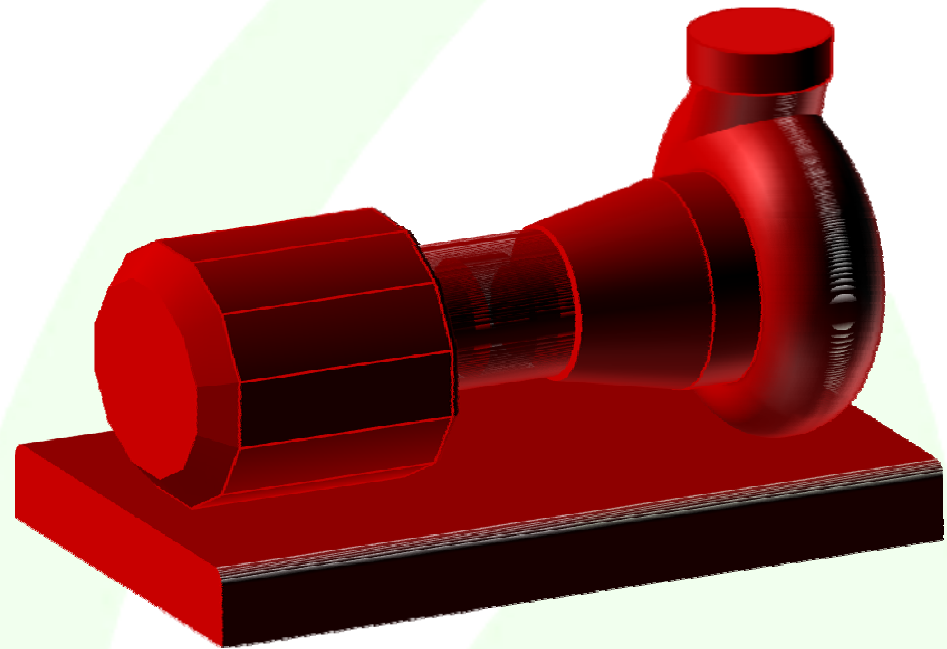
  O custo de não participação é muito elevado

- A participação da manutenção nestas fases do projecto, com grande aquisição de conhecimento, tem um impacto muito positivo na formação dos técnicos e pode ser encarada como formação "hands-on", minimizando a necessidade de formação futura

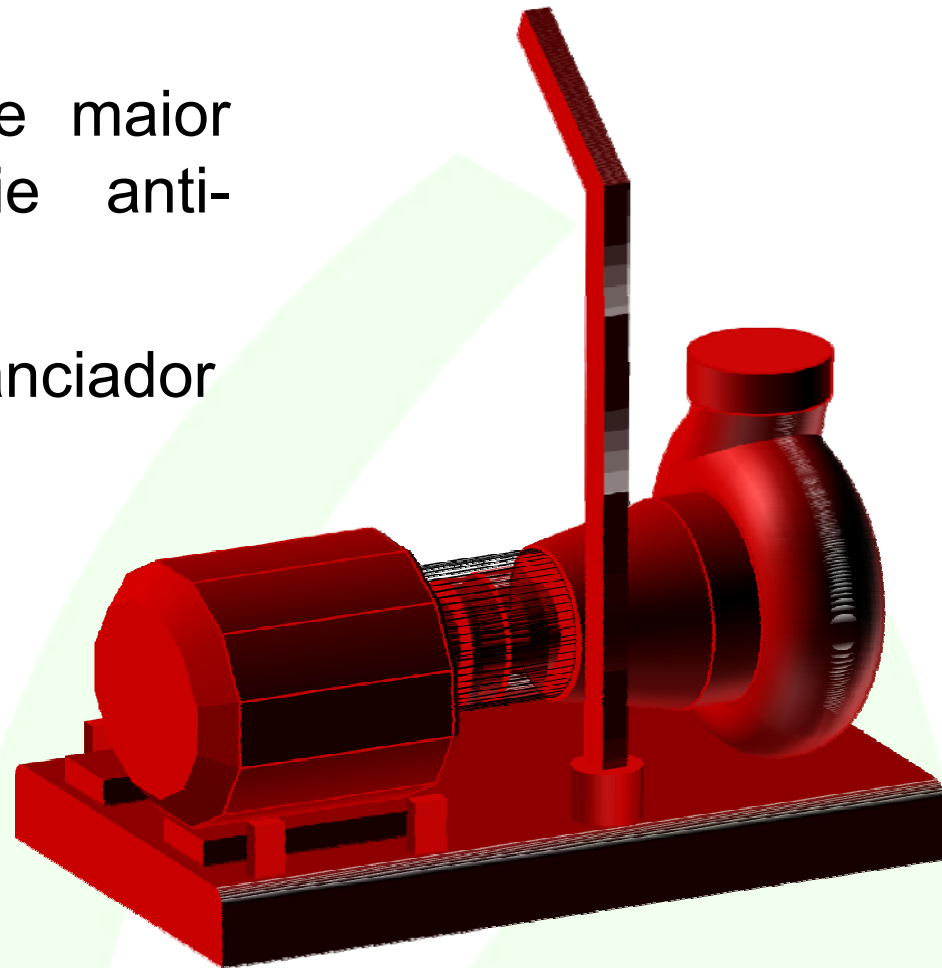
Logística

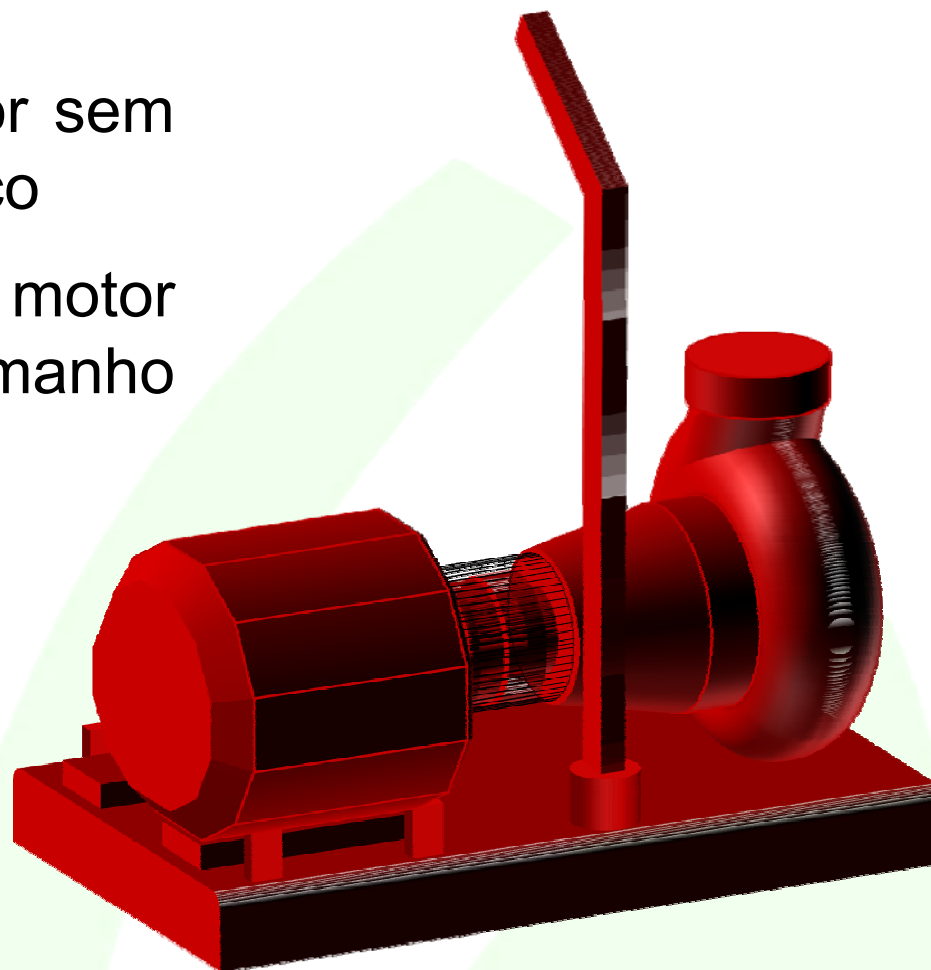
- A Logística é um factor que contribui decididamente para a manutenibilidade de um equipamento ou instalação e, portanto a ter em conta desde a fase de projecto
- A contribuição da logística é verificada em diversas actividades:
  - Disponibilidade de meios de elevação, movimentação e carga
  - Formação e habilitação dos seus operadores e utilizadores
  - Aquisição de todas as ferramentas especiais necessárias
  - Gestão das ferramentas adequadas a todas as acções de manutenção, no tempo previsto
  - Transporte, movimentação de materiais e armazenagem
  - Processamento de pedidos e gestão de informações
  - Gestão das peças de reserva e aquisição sobressalentes
  - Gestão de contratos de manutenção e assistência técnica

Exemplo

- Bomba centrifuga da indústria de processo
  - Base
  - Bomba
  - Motor eléctrico
  - Acoplamento

Exemplo

- Exemplo de projecto tendo em vista a manutenibilidade
  - Calços para motor de maior potência c/ superfície anti-corrosão
  - Acoplamento com distanciador
  - Resguardo perfurado
  - Esbarros para afinação
  - Braço de carga

Exemplo

- Algumas facilidades de manutenção:
  - Substituição do impulsor sem remover o motor eléctrico
  - Substituição de motor eléctrico por um de tamanho superior

Conclusões

- A base de uma concepção tendo em vista a manutenibilidade assenta no envolvimento da manutenção e da operação desde a fase inicial do processo de concepção ou aquisição de equipamentos e instalações
- A participação dos técnicos de manutenção e operação no processo de concepção ou aquisição de equipamentos e instalações causa diferença no desenvolvimento da actividade de manutenção “ordinária”
- Grande desafio aos responsáveis da manutenção
- Oportunidade para que em muitos casos se proceda à mudança da forma de actuação da manutenção

FIM

Obrigado!

- Questões?